

창의원천연구본부
나노융합기술연구센터

한 중 탁
책임연구원



V4 - 65

탄소나노소재 기반 고전도성 페이스트 제조 및 유연전극 응용기술

Nanocarbon-based highly conducting paste technology and its applications in flexible electrodes

기술 내용

탄소나노튜브, 그래핀과 같은 탄소나노소재는 유연하고 기계적 강도가 우수하며 저온에서 공정이 가능하여 유연전극으로의 응용 유망한 소재이다. 이러한 탄소나노소재를 이용한 고전도성 페이스트 기술은 기존 전도성 페이스트가 사용되는 인쇄전자분야뿐만 아니라 고점도 페이스트를 이용하는 전도성 섬유제조 및 탄소소재를 주로 사용하는 에너지 저장소자용 페이스트로의 활용이 가능하여 실용화 측면에서 매우 유용한 기술이다. 아울러 붉은 잉크로 제조할 경우 유연 투명전극으로의 응용이 가능하다. 기존기술은 계면활성제 등의 분산제를 사용하거나 소재 표면에 결함(defect)을 형성시키는 방법은 탄소나노소재의 전기전도도를 저하시키므로 고전도성과 고점도를 갖는 페이스트를 제조하는데는 기술적 한계가 있다. 따라서, 탄소나노소재의 전기전도도를 그대로 유지한 상태에서 가능한 고농도, 고점도의 전도성 페이스트를 제조하는 것은 탄소나노소재의 유연전극 응용의 실용화 측면에서 매우 중요한 기술이다.

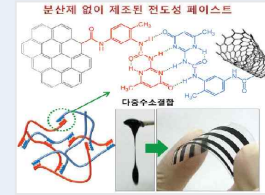
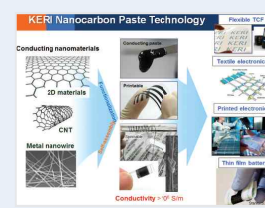
기술의 특징 및 우수한 점

- 무분산제형 탄소나노소재 고농도, 고전도성 페이스트 제조기술**
본 기술은 탄소나노소재의 손상을 최소화하고 4개의 수소결합이 동시에 이루어질 수 있는 기능을 도입, 탄소나노소재간 '반데르발스 힘' 을 극복하게 함으로써 고농도의 전도성 페이스트 제조가 가능하게 했다. 고전도성을 유지하고 다양한 이종소재와의 융합이 매우 용이하기 때문에 미래 유연기판에 적용이 가능한 인쇄용, 전도성 섬유용 전도성 페이스트 뿐만 아니라, 미래형 신축전극, 에너지 소자전극 등에 다각적으로 활용이 가능한 원천기술임.
- 탄소나노튜브 복합 유연 투명전도성 필름 기술**
탄소나노튜브, 은나노와이어 등의 1차원 전도성 나노소재는 기존 ITO 전극이 활용되지 못하는 대면적 유연전극에 활용되기 위해 연구되고 있으며, 기본적으로 고성능 구현을 위해서는 소재간 네트워크 구조를 제어해야 한다. 본 기술은 산화그래핀과 같은 2차원 나노소재를 이용해 네트워크구조를 제어하거나, 분산제의 사용없이 은나노와이어와 단일벽 탄소나노튜브를 혼합한 일액형 코팅액을 플라스틱 기판에 도포하여 은나노와이어를 탄소나노튜브와 연결시켜줌으로써 면저항 감소뿐만 아니라 은나노와이어 네트워크의 전기적, 환경적인 안정성을 획기적으로 향상시킬 수 있는 기술임.

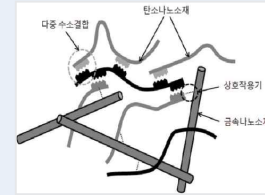
연구성과 소개

- 무분산제형 탄소나노소재 고농도 분산기술**
 - 체물질인 단백질이나 DNA 나선구조에서 쉽게 찾아볼 수 있는 다중수소결합구조를 나노카본소재에 도입하여 탄소나노튜브, 그래핀 등의 응용에 제약요소였던 용액 내 고농도 분산문제를 획기적으로 해결
 - 네이처 자매지인 '네이처 커뮤니케이션즈' 게재(2013년)
- 탄소나노튜브/금속나노와이어 일액형 코팅액 제조 및 유연투명전극 롤투를 제조기술**
 - 다중수소결합에 의해 분산제를 사용하지 않고 탄소나노튜브를 분산하고 이를 금속나노와이어 용액에 추가하여 손쉽게 일액형 코팅액 제조가 가능하며, 롤투를 공정에 의해 투명전극 제조

지재권구분	출원의 명칭	출원일	출원번호
특허	다중수소결합에 의해 고차구조를 지니는 탄소나노소재를 이용한 전도성 분산액 조성물	2013.04.15	10-2013-0041122
특허	초고용량 커패시터 전극으로 이용되는 다중수소결합에 의해 고차구조를 지니는 탄소나노소재 전극	2013.01.25	10-2013-0008735
특허	다중수소결합에 의해 고차구조를 지니는 탄소나노소재와 금속나노소재를 하이브리드하여 형성된 고전도성 소재 및 그 제조방법	2013.04.01	10-2013-0035281
특허	2차원 나노소재에 의해 전도성이 향상된 1차원 전도성 나노소재기반 전도성 필름	2011.10.06	10-2011-0101907
특허	일함수가 제어된 탄소나노소재와 금속나노와이어 하이브리드 투명전도성 필름 및 그 제조방법	2014.04.07	10-2014-0041369



무분산제형 탄소나노소재 분산기술



탄소나노소재/나노금속 복합 전도성 페이스트 제조 및 응용기술



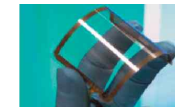
인쇄전극



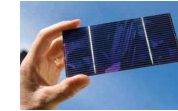
전도성 섬유

응용 제품

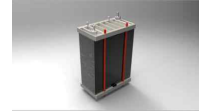
- 본 기술에 의한 탄소나노소재는 투명전도성 필름 태양전지 연료전지 등에 사용됨



투명전도성 필름



태양전지



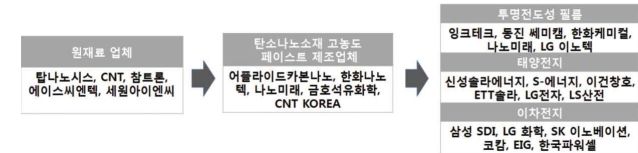
연료전지

시장 이슈

- 탄소나노소재는 기존 소재를 대체하는 방향으로 사용되며 활용도가 다양하게 검증되어 응용 가치가 높음
- 탄소나노소재는 기존의 ITO 투명전극을 대체하는 물질로, 탄소나노소재를 이용한 투명전극 등 전기전도성 복합체 시장에서 가장 활성화 되어 있음
- 탄소나노소재는 리튬이차전지의 첨가제로도 사용되어, 향후 리튬이차전지의 시장 확대에 따라 탄소나노소재의 수요도 증대될 것으로 보임

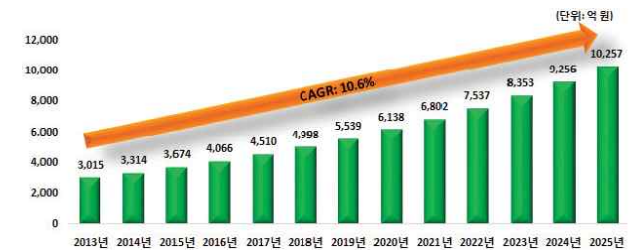
Supply Chain

- 탄소나노소재 분야 전후방산업으로는 원재료 업체 탄소나노소재 고농도 페이스트 제조업체 투명전도성 필름 제조업체 태양전지 제조업체 이차전지 제조업체를 포함함



수요 전망

- 국내 탄소나노소재 시장규모는 2013년 3,015억 원에서 연평균 10.8%로 성장하여 2025년에는 1조 257억 원으로 규모가 확대될 것으로 전망됨



자료 : 중소기업청, 2015-2017 중소기업 기술로드맵, 2014
[국내 탄소나노소재 시장]